

GAIN ADJUSTABLE ACTIVE PIXEL SENSOR

Publication number: JP11214738 (A)

Publication date: 1999-08-06

Inventor(s): LIN JANE M J; CHOU ERIC Y; CHAM KIT M

Applicant(s): HEWLETT PACKARD CO

Classification:

- **international:** H01L31/10; G01J1/46; H01L27/146; H04N3/15; H04N5/335;
H01L31/10; G01J1/46; H01L27/146; H04N3/15; H04N5/335;
(IPC1-7): H01L31/10

- **European:** G01J1/46; H01L27/14B; H01L27/146A4; H04N3/15C4;
H04N3/15E

Application number: JP19980311750 19981102

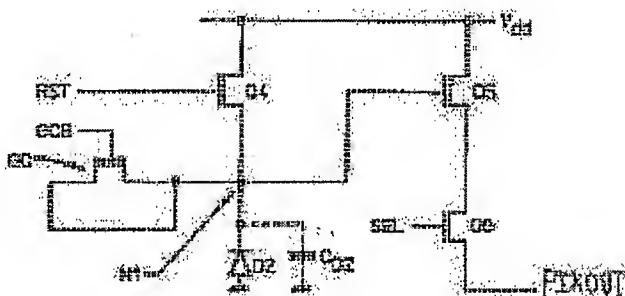
Priority number(s): US19970962628 19971103

Also published as:

- GB2330905 (A)
- US6246436 (B1)
- DE19836356 (A1)
- DE19836356 (C2)

Abstract of JP 11214738 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an active pixel sensor, which enables the fluctuations of the intensity of detectable light, exerted on the sensor, extending over a range which is wider than the range possible at present. **SOLUTION:** When the intensity of the quantity of light received is so strong as to saturate the response of an active pixel sensor, a gate capacitor GC is connected with a photodiode D2 in parallel to the diode D1 in the active pixel sensor. As a result, the saturated state of the output voltage of the sensor can be avoided. Since the capacitor GC is not parallel-connected with the diode D2 in the intensity of the quantity of light received of a low level, the sensor can maintain a high-level sensitivity.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-214738

(43)公開日 平成11年(1999)8月6日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 31/10

H 0 1 L 31/10

G

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-311750

(71)出願人 398038580

(22)出願日 平成10年(1998)11月2日

ヒューレット・パッカード・カンパニー
HEWLETT-PACKARD COMPANY

(31)優先権主張番号 962, 628

アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ハノーバー・ストリート 3000

(32)優先日 1997年11月3日

(72)発明者 ジェーン・エム・ジェイ・リン

(33)優先権主張国 米国(US)

アメリカ合衆国カリフォルニア州サンノゼ
グレンムール・ウェイ1367

(74)代理人 弁理士 上野 英夫

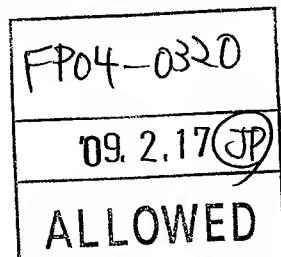
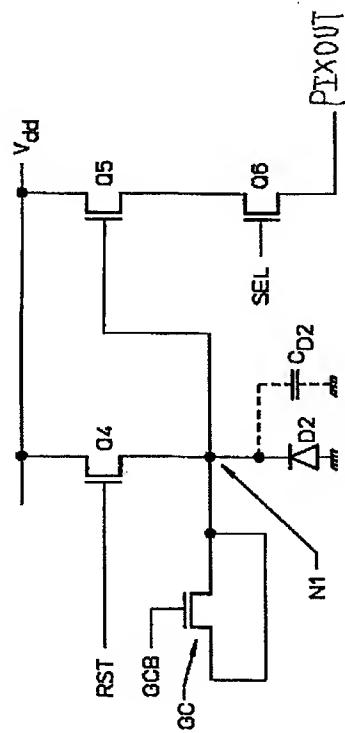
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 利得調整可能なアクティブ・ピクセル・センサ

(57)【要約】

【課題】電子カメラの光量検出部分に使用されるアクティブ・ピクセル・センサにおいて、従来のアクティブ・ピクセル・センサでは受光量が増大するに従って、出力信号電圧が飽和していく。この飽和領域のため、およびその近傍での受光量と出力電圧との非線型性のために、アクティブ・ピクセル・センサのダイナミック・レンジが制限される。

【解決手段】受光量の強度が、アクティブ・ピクセル・センサの応答を飽和させる程十分に強い場合には、ゲート・コンデンサが、アクティブ・ピクセル・センサ内においてフォトダイオードと並列に接続される。これにより出力電圧の飽和状態を回避できる。低レベルの受光量の強度においては、ゲート・コンデンサは並列接続されないので、高レベルの感度を維持することが出来る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】以下(a)から(c)を含むことを特徴とする、アクティブ・ピクセル・センサ、(a)フォトダイオード(D2)であって、前記フォトダイオード(D2)は、受ける光の強度の関数として電荷を伝導し、フォトダイオード電圧を発生する前記フォトダイオード(D2)によって伝導した電荷を集め容量を備え、(b)フォトダイオード電圧が所定の電圧電位未満まで降下すると、フォトダイオード(D2)に並列に接続されるスイッチ式コンデンサであって、前記スイッチ式コンデンサの容量は、前記スイッチ式コンデンサが接続されると、前記ダイオード・キャパシタンスに加えられ、(c)前記フォトダイオード電圧のサンプリング手段。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般に、アクティブ・ピクセル・センサに関するものである。とりわけ、本発明は、アクティブ・ピクセル・センサの感度が、アクティブ・ピクセル・センサが受ける光の強度に従って調整される、アクティブ・ピクセル・センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】電子カメラは、一般に、光イメージを1組の電子信号に変換する。電子信号は、カメラが受ける光の色の強度を表すことが可能である。電子カメラには、一般に、カメラが受ける光の強度を検出するイメージ・センサまたは感光センサのアレイが含まれている。イメージ・センサは、一般に、センサが受ける光の強度に比例した振幅を備える電子信号を発生する。電子信号に調整を加え、サンプリングを施すことによって、イメージ処理を行えるようにすることが可能である。

【0003】イメージ・センサと信号処理回路要素の一体化は、イメージング・システムの小型化及び単純化を可能にするので、いっそう重要になりつつある。イメージ・センサとアナログ及びデジタル信号処理回路要素の一体化によって、電子カメラ・システムを低コストにし、コンパクトにし、必要な電力を少なくすることが可能になる。

【0004】歴史的に、イメージ・センサは、主として電荷結合素子(CCD)であった。CCDは、比較的小さく、高充填率を得ることが可能である。しかし、CCDは、デジタル及びアナログ回路要素と一体化するのが極めて困難である。さらに、CCDは、大量の電力を消費し、イメージのスマア問題に悩まされる。

【0005】CCDセンサに対する代替案が、アクティブ・ピクセル・センサである。アクティブ・ピクセル・センサは、標準的なCMOSプロセスを利用して製作することが可能である。従って、アクティブ・ピクセル・センサは、デジタル及びアナログ信号処理回路要素と容

易に一体化することが可能である。さらに、CMOS回路が消費する電力は少量である。

【0006】図1には、先行技術によるアクティブ・ピクセル・センサの略回路図が示されている。アクティブ・ピクセル・センサは、一般に、アクティブ・ピクセル・センサのアレイ内に含まれている。アクティブ・ピクセル・センサには、フォトダイオードD1、リセット・トランジスタQ1、バイアス・トランジスタQ2、及び、選択トランジスタQ3が含まれている。フォトダイオードD1は、露光すると、電荷を集め容量Cdを備えている。フォトダイオードD1によって集められた電荷は、フォトダイオードD1のコンデンサCdによって集積され、フォトダイオードD1が受けた光の強度に比例したフォトダイオード電圧を生じる。フォトダイオード電圧は、フォトダイオードD1の陰極に生じる。

【0007】リセット・トランジスタは、フォトダイオードのコンデンサCdに放電することによって、フォトダイオードD1のリセットを可能にする。パルスでRST(リセット)ラインを高電位にして、RSTラインによるフォトダイオード・コンデンサCdからの放電を生じさせることによって、フォトダイオードの陰極が所定のリセット電圧になる。図1に示すアクティブ・ピクセル・センサに関する所定のリセット電圧は、RSTラインの電圧電位からリセット・トランジスタQ1のしきい値電圧を引いた値である。

【0008】SELECTラインにパルスを加え、選択トランジスタQ3を導通させることによって、選択トランジスタQ3は、コントローラが、特定のアクティブ・ピクセル・センサのPIXOUT出力におけるフォトダイオード電圧の選択的サンプリングを行えるようにする。

【0009】図2は、図1に示すアクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードD1の信号電圧に関するプロットである。信号電圧は、基準電圧からPIXOUT出力の電圧電位を引いた値と定義される。基準電圧は、信号ノードN2が所定のリセット電圧にリセットされる時の、PIXOUTの電圧電位と定義される。フォトダイオードD1が受ける光の強度が強くなるほど、信号電圧は高くなる。プロットによって示されるように、フォトダイオードによって伝導する電荷が増すにつれて、信号電圧の飽和が始まる。飽和電圧Vsは、フォトダイオードD1が受ける光の強度の増大が信号電圧に影響しない信号電圧である。フォトダイオードD1の飽和は、フォトダイオードD1のダイナミック・レンジを制限する。有効に検出可能な、アクティブ・ピクセル・センサが受ける光の強度範囲は、アクティブ・ピクセル・センサが飽和するという事実によって制限される。アクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードD1の信号が

飽和すると、アクティブ・ピクセル・センサが受ける光の強度変化を検出することが不可能になる。さらに、フォトダイオードD1が受ける光の強度が、アクティブ・ピクセル・センサを飽和させるのに必要な光の強度をほんのわずかに下回る場合、フォトダイオードD1の応答は、極めて非線形性となる。アクティブ・ピクセル・センサの動作は、フォトダイオードD1の応答が線形である光の強度範囲に制限される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、現在可能であるよりも広い範囲にわたって、アクティブ・ピクセル・センサが受ける検出可能な光の強度の変動を可能にする、アクティブ・ピクセル・センサを提供することにある。本発明のもう1つの目的は、現在可能であるよりも広い光の強度範囲にわたって、アクティブ・ピクセル・センサが受ける光の強度を表すアナログ電圧を発生する、アクティブ・ピクセル・センサを提供することにある。本発明のさらにもう1つの目的は、現存するCMOS製作プロセスを用いて製造可能なアクティブ・ピクセル・センサを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、現在可能であるよりも広い光の強度のダイナミック・レンジにわたって、受ける光の検出可能にするアクティブ・ピクセル・センサが得られる。アクティブ・ピクセル・センサが受ける光の強度が、アクティブ・ピクセル・センサの応答を飽和させるのに十分に強い可能性のある場合、ゲート・コンデンサは、アクティブ・ピクセル・センサ内においてフォトダイオードと並列に接続される。アクティブ・ピクセル・センサは、低レベルの受光強度において、高レベルの感度を維持する。アクティブ・ピクセル・センサは、低成本のCMOS製作プロセスに適合可能である。

【0012】本発明の第1の実施態様には、アクティブ・ピクセル・センサが含まれている。アクティブ・ピクセル・センサには、フォトダイオードが含まれている。フォトダイオードは、フォトダイオードが受ける光の強度の関数として電荷を伝導する。フォトダイオードには、フォトダイオードが伝導する電荷を集めて、フォトダイオード電圧を発生するダイオード・コンデンサが含まれている。フォトダイオードの電圧が、所定の電圧未満まで降下すると、スイッチ式コンデンサは、フォトダイオードと並列に接続される。スイッチ式コンデンサが接続されると、スイッチ式コンデンサのキャパシタンスが、ダイオード・キャパシタンスに加えられる。アクティブ・ピクセル・センサには、さらに、コントローラがフォトダイオード電圧のサンプリングを行えるようにする電子回路要素が含まれている。

【0013】本発明のもう1つの実施態様は、第1の実施態様と同様であるが、ゲート・コンデンサであるスイ

ッチ式コンデンサが含まれている。

【0014】本発明の他の態様及び利点については、本発明の原理を例示した添付の図面に関連して示された、下記の詳細な説明から明らかになるであろう。

【0015】

【発明の実施の形態】例示を目的とした図面に示すように、本発明はアクティブ・ピクセル・センサによって実現される。アクティブ・ピクセル・センサは、現在可能であるよりも広い光強度のダイナミック・レンジにわたって、受光強度の検出を可能にする。アクティブ・ピクセル・センサが受ける光の強度が、アクティブ・ピクセル・センサの応答を飽和させるの十分に強い可能性がある場合、ゲート・コンデンサは、アクティブ・ピクセル・センサ内においてフォトダイオードと並列に接続される。さらに、アクティブ・ピクセル・センサが受ける光の強度が弱い場合、ゲート・コンデンサが、アクティブ・ピクセル・センサ内においてフォトダイオードと並列にスイッチされることはない。

【0016】図3には、アクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードD2と並列に接続されたゲート・コンデンサGCを含む本発明の実施態様が示されている。

ゲート・コンデンサGCには、ゲート・コンデンサ・バイアスGCBが含まれている。ゲート・コンデンサGCは、信号ノードN1においてフォトダイオードD2の陰極に接続されている。アクティブ・ピクセル・センサには、リセット・トランジスタQ4、バイアス・トランジスタQ5、及び、選択トランジスタQ6が含まれている。アクティブ・ピクセル・センサには、さらに、電源電圧Vddが含まれている。

【0017】リセット・トランジスタQ4は、フォトダイオード・コンデンサC12に放電させることによって、フォトダイオードD1のリセットを可能にする。パルスでRST(リセット)ラインを高電位にして、RSTラインによるフォトダイオード・コンデンサC12からの放電を生じさせることによって、フォトダイオードD2の陰極が所定のリセット電圧になる。図3に示すアクティブ・ピクセル・センサに関する所定のリセット電圧は、RSTラインの電圧電位からリセット・トランジスタQ4のしきい値電圧を引いた値である。

【0018】SEL(選択)ラインにパルスを加え、バイアス・トランジスタQ5及び選択トランジスタQ6を導通させる電圧電位にすることによって、バイアス・トランジスタQ5及び選択トランジスタQ6は、コントローラが、特定のアクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオード電圧の選択的サンプリングを行えるようになる。バイアス・トランジスタQ5及び選択トランジスタQ6が導通すると、フォトダイオード電圧は、PIXOUT出力に結合される。PIXOUT出力がサンプリング可能になる。

【0019】ゲート・コンデンサGCは、NチャネルF

E T のソース及びドレンをフォトダイオード D 2 の陰極に接続することによって形成される。ゲート・コンデンサ G C 内の F E T が、電流を導通していない場合、ゲート・コンデンサ G C が、信号ノード N 1 に接続されたインピーダンスに影響することはない。しかし、ゲート・コンデンサ G C 内の F E T が電流を導通している場合、ゲート・コンデンサは、信号ノード N 1 に容量負荷を加える。ゲート・コンデンサ内の F E T が導通している場合、ゲート・コンデンサのキャパシタンスは、フォト・ダイオード D 2 のキャパシタンス C_{D2} と並列に接続される。

【0020】ゲート・コンデンサ G C 内の F E T は、ゲート・コンデンサ・バイアス G C B と信号ノード N 1 の間の電圧が、ゲート・コンデンサ G C 内の F E T のしきい値を超える場合に、電流を導通する。一般に、ゲート・コンデンサ G C 内の F E T のしきい値電圧は、ゲート・コンデンサ G C 内における有効チャネル長と F E T の逆ゲート・バイアスによって決まる、0.8~1.2 ボルトの範囲である。

【0021】フォトダイオード D 2 は、フォト・ダイオード D 2 の露光時に、電荷を伝導する。フォトダイオード D 2 によって伝導される電荷は、信号ノード N 1 に接続されたコンデンサに集まる。コンデンサに集められた電荷は、信号ノード N 1 に負電圧を発生する。フォトダイオード D 2 によって伝導される電荷量が増すほど、信号ノード N 1 における電圧電位の低下が大きくなる。フォトダイオード D 2 によって伝導される電荷量は、フォトダイオード D 2 が受ける光の強度によって決まる。

【0022】ゲート・コンデンサ・バイアス G C B は、一般に、固定電圧電位である。従って、フォトダイオード D 2 が受ける光の強度が十分に強くなると、ゲート・コンデンサ G C がオンになる。ゲート・コンデンサ G C がオンになると、フォトダイオード D 2 によって集められた電荷が、より大量のキャパシタンスに蓄積される。従って、信号ノード N 1 における電圧電位の低下が緩やかになる。

【0023】図 4 には、図 3 に示す実施態様の等価回路が示されている。ゲート・コンデンサ G C は、等価ゲート・コンデンサ C_{eq} とスイッチ S W によって表されている。スイッチ S W は、信号ノード N 1 の電圧電位が所定の電圧電位より低くなると、接続される。所定の電圧電位は、ゲート・コンデンサ・バイアス G C B の電圧電位からゲート・コンデンサ G C 内の F E T のしきい値電圧を引いた値である。信号ノード N 1 の電圧電位が所定の電圧電位を超える場合には、スイッチ S W は接続されない。信号ノード N 1 の電圧電位は、フォトダイオード D 2 によって集められた電荷によって直接的に決まる。フォトダイオード D 2 によって集められる電荷は、フォトダイオードが受ける光の強度によって直接的に決まる。従って、従って、フォトダイオード D 2 が受ける光の強

度が十分に強い場合、スイッチ S W が接続され、等価ゲート・コンデンサ C_{eq} が信号ノード N 1 に接続されることになる。

【0024】図 5 は、図 3 に示すアクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオード D 2 の信号電圧に関するプロットである。信号電圧は、基準電圧から P I X O U T 出力の電圧電位を引いた値と定義される。基準電圧は、信号ノード N 1 が所定のリセット電圧にリセットされる時の、P I X O U T の電圧電位と定義される。プロットには、ゲート・コンデンサ・バイアス G C B の 2 つの異なる値に関する信号電圧が示されている。曲線 5 1 は、第 1 のゲート・コンデンサ・バイアス G C B に関する信号電圧を示すものである。曲線 5 3 は、第 2 のゲート・コンデンサ・バイアス G C B に関する信号電圧を示すものである。ゲート・コンデンサ内の F E T は、ゲート・コンデンサ・バイアスの 2 つの異なる値に関する信号電圧の異なる値でオンになる。従って、ゲート・コンデンサ G C のキャパシタンスが信号ノード N 1 に接続される、2 つの曲線 5 1 、5 3 上のポイントは、異なっている。

【0025】両曲線 5 1 、5 3 とも、ゲート・コンデンサ G C が信号ノード N 1 に容量負荷をかけている場合、アクティブ・ピクセル・センサの感度が変化する。追加キャパシタンスは、アクティブ・ピクセル・センサが、信号ノード N 1 における電圧電位が受光強度の増大について線形に変化しない、非線形領域に入り込むのを阻止する。

【0026】図 6 には、図 3 に示すアクティブ・ピクセル・センサの実施例が示されている。アクティブ・ピクセル・センサは、P 型基盤 6 1 0 上に形成される。アクティブ・ピクセル・センサには、いくつかの n ドープ領域 6 1 2 、6 1 4 、6 1 6 、6 1 8 が含まれている。アクティブ・ピクセル・センサには、いくつかのゲート酸化物領域 6 2 2 、6 2 4 、6 2 6 、6 2 8 も含まれている。さらに、アクティブ・ピクセル・センサには、いくつかのポリシリコン領域 6 3 0 、6 3 2 、6 3 4 、6 3 6 が含まれている。アクティブ・ピクセル・センサには、酸化物領域 6 2 0 も含まれている。金属領域 6 4 0 によって、n ドープ領域 6 1 2 とポリシリコン領域 6 3 4 が接続される。

【0027】フォトダイオード D 2 は、n ドープ領域 6 1 2 と P 型基盤 6 1 0 によって形成される。ゲート・コンデンサ G C は、ポリシリコン 6 3 0 、酸化物領域 6 2 2 、n ドープ領域 6 1 2 、及び、P 型基盤 6 1 0 によって形成される。リセット・トランジスタ Q 4 は、ポリシリコン領域 6 3 2 、ゲート酸化物領域 6 2 4 、n ドープ領域 6 1 2 、P 型基盤 6 1 0 、及び、n ドープ領域 6 1 4 によって形成される。バイアス・トランジスタ Q 5 は、ポリシリコン領域 6 3 4 、ゲート酸化物領域 6 2 6 、n ドープ領域 6 1 4 、P 型基盤 6 1 0 、及び、n ド

一ドープ領域616によって形成される。選択トランジスタQ6は、ポリシリコン領域636、ゲート酸化物領域628、nドープ領域616、P型基盤610、及び、nドープ領域618によって形成される。電界酸化物領域620、621によって分離が施される。金属領域640によって、nドープ領域612とポリシリコン領域634の間の電気的相互接続が施される。

【0028】図7は、アクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードD2と並列に接続された2つ以上のゲート・コンデンサを含む本発明のもう1つの実施態様である。一般に、第1のゲート・コンデンサGC1の第1のゲート・コンデンサ・バイアスGC1B1は、第2のゲート・コンデンサGC2の第2のゲート・コンデンサ・バイアスGC2B2とは異なる。従って、各ゲート・コンデンサGC1、GC2は、信号ノードN1の異なる電圧電位に関して、信号ノードN1に容量負荷をかける。

【0029】図8には、図7に示す実施態様の等価回路が示されている。第1のゲート・コンデンサは、第1の等価ゲート・コンデンサC_{G1}と第1のスイッチSW1によって表されている。第2のゲート・コンデンサは、第2の等価ゲート・コンデンサC_{G2}と第2のスイッチSW2によって表されている。

【0030】図9は、図7に示すアクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードD2の信号電圧に関するプロットである。信号電圧は、基準電圧からPIXOUT出力の電圧電位を引いた値と定義される。基準電圧は、信号ノードN1が所定のリセット電圧にリセットされる時の、PIXOUTの電圧電位と定義される。プロットには、第1の折れ点91及び第2の折れ点93が含まれている。折れ点は、第1のゲート・コンデンサGC1内のFET及び第2のゲート・コンデンサGC2内のFETが、信号ノードN1における電圧電位の低下のために導通を開始するプロット上のポイントを表している。

【0031】以上、本発明の実施例について詳述したが、以下、本発明の各実施態様の例を示す。

【0032】(実施態様1) 以下(a)から(c)を含むことを特徴とする、アクティブ・ピクセル・センサ、(a) フォトダイオード(D2)であって、前記フォトダイオード(D2)は、受ける光の強度の関数として電荷を伝導し、フォトダイオード電圧を発生する前記フォトダイオード(D2)によって伝導した電荷を集め、ダイオード容量を備え、(b) フォトダイオード電圧が所定の電圧電位未満まで降下すると、フォトダイオード(D2)に並列に接続されるスイッチ式コンデンサであって、前記スイッチ式コンデンサの容量は、前記スイッチ式コンデンサが接続されると、前記ダイオード・キャパシタンスに加えられ、(c) 前記フォトダイオード電圧のサンプリング手段。

【0033】(実施態様2) 前記スイッチ式コンデンサに、ゲート・コンデンサ(GC)が含まれることを特

徴とする、実施態様1に記載のアクティブ・ピクセル・センサ。

【0034】(実施態様3) 前記スイッチ式コンデンサ(GC)に、並列に接続された複数のゲート・コンデンサ(GC1、GC2)が含まれることを特徴とする、実施態様2に記載のアクティブ・ピクセル・センサ。

【0035】(実施態様4) 前記ゲート・コンデンサ(GC)に、ソース及びドレインが前記フォトダイオード(D2)の陰極に接続されたFETが含まれることを特徴とする、実施態様2に記載のアクティブ・ピクセル・センサ。

【0036】(実施態様5) 前記ゲート・コンデンサ(GC)内のFETのゲート電圧を選択することによって、所定の電圧電位が選択されることを特徴とする、実施態様4に記載のアクティブ・ピクセル・センサ。

【0037】(実施態様6) 前記各ゲート・コンデンサ(GC1、GC2)に、ソース及びドレインが前記フォトダイオード(D2)の陰極に接続されたFETが含まれていることを特徴とする、実施態様3に記載のアクティブ・ピクセル・センサ。

【0038】(実施態様7) 前記各ゲート・コンデンサ(GC1、GC2)内のFETのゲート電圧を選択することによって、複数の所定の電圧電位が選択されることを特徴とする、実施態様6に記載のアクティブ・ピクセル・センサ。

【0039】(実施態様8) 前記ゲート電圧が可変的に調整可能であり、これによって、所定の電圧電位が可変的に調整されることを特徴とする、実施態様5に記載のアクティブ・ピクセル・センサ。

【0040】(実施態様9) 前記フォトダイオード電圧の前記サンプリング手段に、バイアス・トランジスタ(Q5)と選択トランジスタ(Q6)が含まれることを特徴とする、実施態様5に記載のアクティブ・ピクセル・センサ。

【0041】本発明の特定の実施態様に関して説明し、例示してきたが、本発明は、このように説明し、例示してきた部分の特定の形態または構成に制限することはできない。本発明は、請求項による制限しか受けない。

【図面の簡単な説明】

【図1】先行技術によるアクティブ・ピクセル・センサを示す図である。

【図2】図1に示すアクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードの信号電圧に関するプロット図である。

【図3】アクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードと並列に接続されたゲート・コンデンサを含む本発明の実施態様を示す図である。

【図4】図3に示す実施態様の等価回路を示す図である。

【図5】図3に示すアクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードの信号電圧に関するプロット図である。

【図6】図3に示すアクティブ・ピクセル・センサの実施例を示す図である。

【図7】アクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードに並列に接続された2つ以上のゲート・コンデンサを含む本発明のもう1つの実施態様の図である。

【図8】図7に示す実施態様の等価回路を示す図である。

【図9】図7に示すアクティブ・ピクセル・センサのフォトダイオードの信号電圧に関するプロット図である。

【符号の説明】

C_{D2} : フォトダイオード・コンデンサ

C_{CC} : 等価ゲート・コンデンサ

C_{CC1} : 第1の等価ゲート・コンデンサ

C_{CC2} : 第2の等価ゲート・コンデンサ

D1、D2 : フォトダイオード

G C : ゲート・コンデンサ

G C 1 : 第1のゲート・コンデンサ

G C 2 : 第2のゲート・コンデンサ

G C B : ゲート・コンデンサ・バイアス

G C B 1 : 第1のゲート・コンデンサ・バイアス

G C B 2 : 第2のゲート・コンデンサ・バイアス

N 1 : 信号ノード

Q 4 : リセット・トランジスタ

Q 5 : バイアス・トランジスタ

Q 6 : 選択トランジスタ

S W : スイッチ

SW 1 : 第1のスイッチ

SW 2 : 第2のスイッチ

6 1 0 : P型基板

6 1 2、6 1 4、6 1 6、6 1 8 : nドープ領域

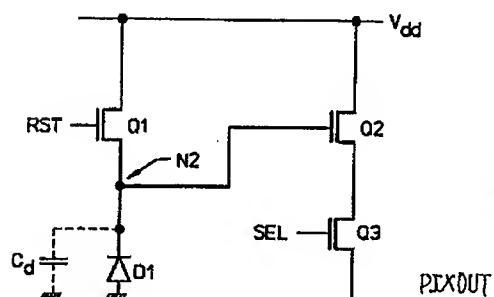
6 2 0 : 酸化物領域

6 2 2、6 2 4、6 2 6、6 2 8 : ゲート酸化物領域

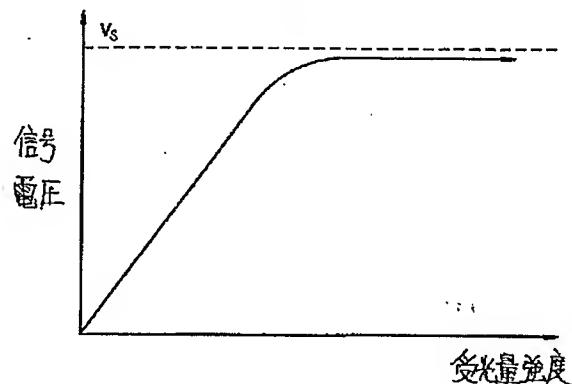
6 3 0、6 3 2、6 3 4、6 3 6 : ポリシリコン領域

6 4 0 : 金属領域

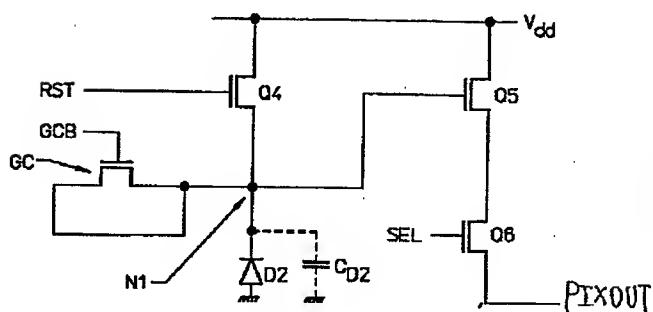
【図1】



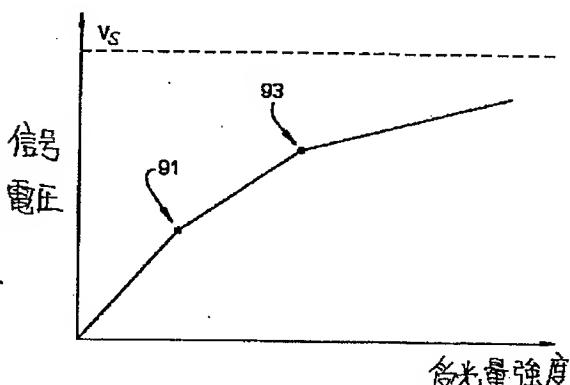
【図2】



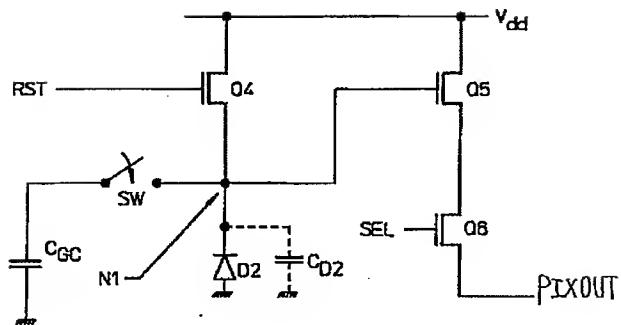
【図3】



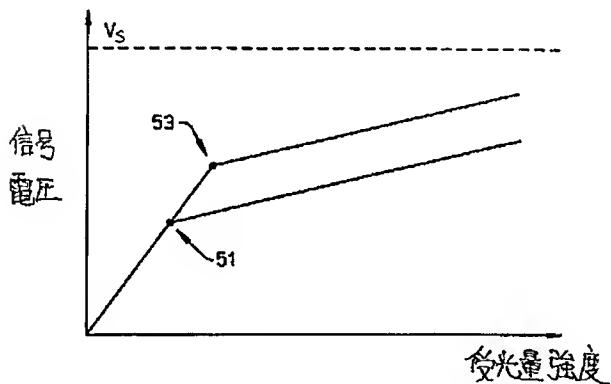
【図9】



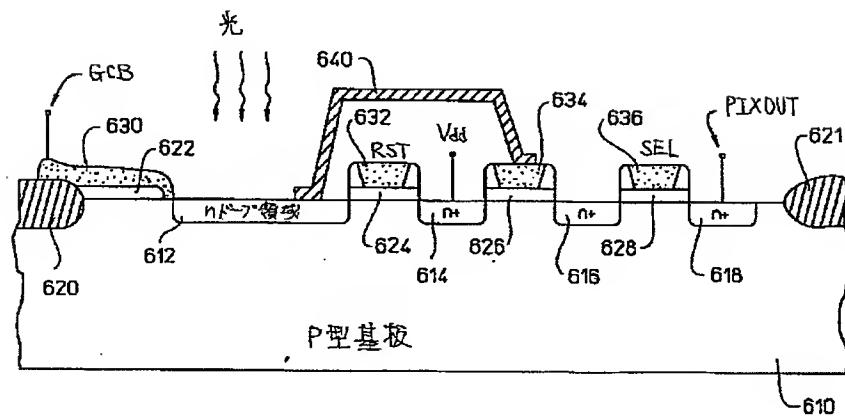
【図4】



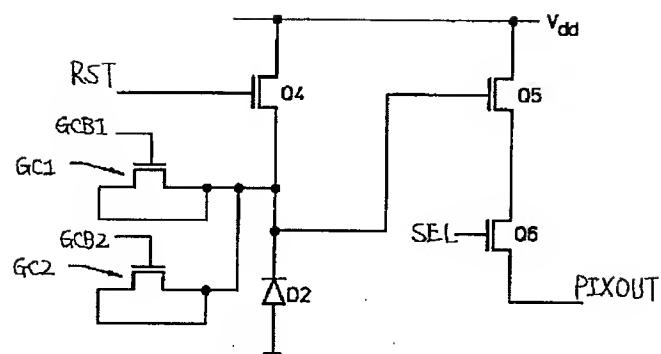
【図5】



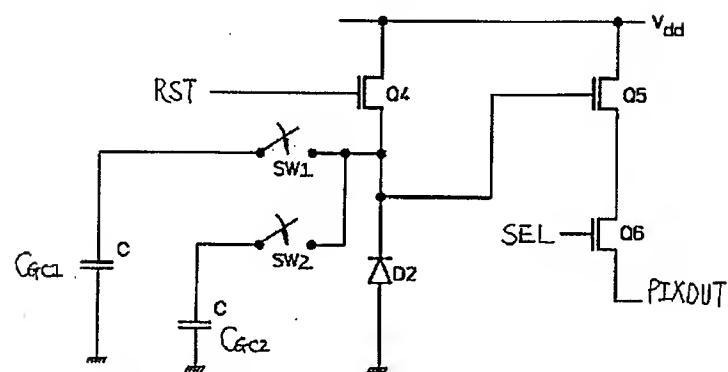
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 エリック・ワイ・チョウ

アメリカ合衆国カリフォルニア州フレモン

ト レスリー・ストリート 39639 ナン

バー189

(72)発明者 キット・エム・チャム

アメリカ合衆国カリフォルニア州クパティ

ーノ マウント・クレスト・ドライブ

11206